

U.S.P.032029
03/04-US

14

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月18日

出願番号

Application Number:

特願2002-271588

[ST.10/C]:

[JP2002-271588]

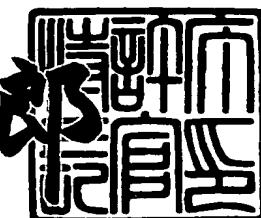
出願人

Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一



出証番号 出証特2003-3038707

【書類名】 特許願
【整理番号】 JP022223
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/302
H01L 21/3065

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 山口 智代

【特許出願人】

【識別番号】 000219967
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志

【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9606708

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたArFフォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器内に導入されたCとFとを有する物質とHを有する物質とを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする工程と、

前記エッチング対象部をエッチングする工程と、
を備えることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】 前記Hを有する物質はハイドロカーボンであることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理方法。

【請求項3】 前記ハイドロカーボンはCH₄であることを特徴とする請求項2に記載のプラズマ処理方法。

【請求項4】 前記Hを有する物質はH₂であることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理方法。

【請求項5】 前記Hを有する物質はハイドロフルオロカーボンであることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理方法。

【請求項6】 前記ハイドロフルオロカーボンはFの原子数に対するHの原子数の比が3以上であることを特徴とする請求項5に記載のプラズマ処理方法。

【請求項7】 前記ハイドロフルオロカーボンはCH₃Fであることを特徴とする請求項6に記載のプラズマ処理方法。

【請求項8】 前記エッチングガス中の前記CとFとを有する物質の流量に対する前記CH₃Fの流量の比は0.04～0.07であることを特徴とする請求項7に記載のプラズマ処理方法。

【請求項9】 前記CとFとを有する物質はCF₄であることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項10】 エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防

止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたマスク層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器内に導入されたCとFとを有する物質とハイドロカーボンとを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする工程と、

前記エッチング対象部をエッチングする工程と、
を備えることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項11】 前記ハイドロカーボンはCH₄であることを特徴とする請求項10に記載のプラズマ処理方法。

【請求項12】 前記CとFとを有する物質はCF₄であることを特徴とする請求項10または請求項11に記載のプラズマ処理方法。

【請求項13】 エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたマスク層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器内に導入されたCとFとを有する物質とCとHとFとを有しFの原子数に対するHの原子数の比が3以上の物質とを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする工程と、

前記エッチング対象部をエッチングする工程と、
を備えることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項14】 前記CとHとFとを有しFの原子数に対するHの原子数の比が3以上の物質はCH₃Fであることを特徴とする請求項13に記載のプラズマ処理方法。

【請求項15】 前記エッチングガス中のCとFとを有する物質の流量に対する前記CH₃Fの流量の比は0.04～0.07であることを特徴とする請求項14に記載のプラズマ処理方法。

【請求項16】 前記CとFとを有する物質はCF₄であることを特徴とする請求項13から請求項15のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造工程で行われるプラズマ処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、被処理体中のエッチング対象部のレジスト材として、KrFフォトレジスト、すなわち、KrFガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトレジストが用いられていたが、近年の微細加工の要求に対応して、使用されるフォトレジストもKrFフォトレジストに代わって、ArFフォトレジスト、すなわち、ArFガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトレジストに移行されつつある。ArFフォトレジストは、一般に約0.13μm以下のパターン開口を形成する際に使用される。

【0003】

しかしながら、ArFフォトレジストは耐プラズマ性が低いため、マスク層としてArFフォトレジスト層を用いた場合には、エッチング途中でフォトレジストがなくなる箇所ができ、本来エッチングしたくない箇所もエッチングされてしまうという不都合も生じていた。

【0004】

フォトレジストの耐プラズマ性を向上させる方法としては、フォトレジスト表面に紫外線、電子線やイオンビームを照射する方法（特許文献1～3）、フォトレジストを加熱硬化する方法（特許文献4）やフォトレジスト層表面に薄い硬化層をコーティングする方法（特許文献5）がある。

【0005】

また、エッチング対象部を直接フォトレジスト層で覆うと、その後のフォトレジスト層を露光・現像して開口パターンを形成する工程で、開口パターンの設計寸法精度が落ちてしまう。このため、エッチング対象部とフォトレジストマスク層の間に反射防止層を挿入している。この反射防止層をCとFとを有する物質を含むガス、例えば、C₄F₈とO₂の混合ガス、HBrとCF₄とHeの混合ガス、CH₂F₂とCF₄とHeの混合ガスのプラズマでエッチングするものがある（特許文献6）。

【0006】

【特許文献1】

特開昭60-110124号公報

【特許文献2】

特開平2-252233号公報

【特許文献3】

特開昭57-157523号公報

【特許文献4】

特開平4-23425号公報

【特許文献5】

特開平2-40914号公報

【特許文献6】

特開平10-261627号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記のフォトレジストの耐プラズマ性を向上させる方法では、一般的に、その後のエッチング工程で使用する容器とは別の容器内で耐プラズマ性の向上処理を行わなければならない。フォトレジスト層の耐プラズマ性の向上処理を行う容器からエッチング容器へ被処理体を搬送することは、搬送工程での歩留まりの低下や搬送時間によるスループットの低下を招く。また、耐プラズマ性の向上処理を行う容器をエッチング容器と別に設けることは、余分なスペースが必要であるばかりでなくコストアップを招く。耐プラズマ性の向上処理を行う容器をエッチング容器と別に設けず、エッチング容器に紫外線照射手段や加熱手段を付加することも不可能ではないが、紫外線照射手段や加熱手段が必要であることには変わりなく、やはりコストアップを招いてしまう。

【0008】

また、反射防止層をC₄F₈とO₂の混合ガスのプラズマでエッチングした場合は、マスク層であるArFフォトレジスト層も相当量エッチングされてしまいマスクとしての機能が果たせなくなることもある。また、フォトレジストに限ら

ず、他の有機層においても同様な方法で耐プラズマ性を向上させ得ると考えられる。

【0009】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、歩留まりの低下やスループットの低下をもたらさずに、かつコストアップを招くことなく、ArFフォトレジスト層の耐エッチング性を向上させることができるプラズマ処理方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための第1の発明は、エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたArFフォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器内に導入されたCとFとを有する物質とHを有する物質とを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする工程と、前記エッチング対象部をエッチングする工程と、を備えることを特徴とするプラズマ処理方法である。これにより、反射防止層のエッチング終了後のArFフォトレジスト層の残膜量を多くすることができ、その次のエッチング対象部のエッチング工程で所望の開口形状を有する孔や溝を形成することができる。

【0011】

ここで、Hを有する物質はCH₄等のハイドロカーボン、H₂やハイドロフルオロカーボンであることが好ましい。ハイドロフルオロカーボンを用いる場合には、ハイドロフルオロカーボンがFの原子数に対するHの原子数の比（Hの原子数／Fの原子数）が3以上の物質であることが好ましく、そのような物質としてCH₃Fを挙げることができる。CH₃Fを用いる場合には、エッチングガス中の前記CとFとを有する物質の流量に対する前記CH₃Fの流量の比（CH₃Fの流量／CとFとを有する物質の流量）は0.04～0.07であることが好ましい。この流量比においては、CH₃Fを全く入れないときに比べて反射防止層のエッチング終了後のArFフォトレジスト層の残膜量をかなり増加させること

ができるからである。また、CとFとを有する物質はCF₄であることが好ましい。ArFフォトレジスト層に与えるダメージが少ないからである。

【0012】

第2の発明は、エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたマスク層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器内に導入されたCとFとを有する物質とハイドロカーボンとを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする工程と、前記エッチング対象部をエッチングする工程と、を備えることを特徴とするプラズマ処理方法である。ハイドロカーボンはCH₄であることが好ましく、CとFとを有する物質はCF₄であることが好ましい。

【0013】

第3の発明は、エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたマスク層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器内に導入されたCとFとを有する物質とCとHとFとを有しFの原子数に対するHの原子数の比が3以上の物質とを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする工程と、前記エッチング対象部をエッチングする工程と、を備えることを特徴とするプラズマ処理方法である。CとHとFとを有しFの原子数に対するHの原子数の比が3以上の物質はCH₃Fであることが好ましい。このときCとFとを有する物質の流量に対する前記CH₃Fの流量の比は0.04～0.07であることがより好ましい。CとFとを有する物質はCF₄であることが好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明が実施されるプラズマエッチング装置1を示す断面図である。処理容器2は金属、例えば、表面が酸化処理されたアルミニウムにより形成されていて、保安接地されている。処理容器2内の底部には絶縁体3を介して、平行

平板電極の下部電極として機能するサセプタ5が設けられている。このサセプタ5には、ハイパスフィルタ（HPF）6が接続されている。サセプタ5の上には静電チャック11が設けられ、その上には半導体ウエハ等の被処理体Wが載置される。静電チャック11は、絶縁体間に電極12が介在された構成をしており、電極12に接続された直流電源13を印加することにより、クーロン力で被処理体Wを静電吸着する。そして、被処理体Wを囲むようにフォーカスリング15が配置されている。このフォーカスリング15はSiやSiO₂等からなり、エッティングの均一性を向上させる。

【0015】

また、サセプタ5の上方には、サセプタ5と対向して上部電極21が設けられている。この上部電極21は、絶縁体22を介して、処理容器2の上部に支持されていて、シャワーヘッド状の電極板24と、この電極板24を支持する支持体25とから構成される。

【0016】

支持体25の中央にはガス導入口26が設けられ、このガス導入口26には、順に、ガス供給管27、バルブ28、マスフローコントローラ29、エッティングガス供給源30が接続されている。このエッティングガス供給源30からは、CとFとを含有する物質、例えばCF₄と、Hを有する物質、例えばCH₄等のハイドロカーボン、CH₃F等のハイドロフルオロカーボンとを含む反射防止膜エッティング用のエッティングガスと、エッティング対象をエッティングするためのエッティングガス、例えばC₅F₈、O₂、Ar等が供給される。

【0017】

一方、処理容器2の底部には排気管31が接続されており、この排気管31には排気装置35が接続されている。また、処理容器2の側壁にはゲートバルブ32があり、被処理体Wが、隣接するロードロック室（図示せず）との間で搬送されるようになっている。

【0018】

上部電極21には、ローパスフィルタ（LPF）42と、整合器41を介して第1の高周波電源40とがそれぞれ接続されている。下部電極であるサセプタ5

には、整合器51を介して第2の高周波電源50が接続されている。

【0019】

次に、上記のプラズマエッティング装置1を用いて、図2のようなSiO₂層61とこれを覆う反射防止層63とさらにこれを覆うArFフォトレジスト層65とを有する被処理体Wにおいて、ArFフォトレジスト層65の開口パターンを介して反射防止層63をエッティングする工程と、この工程の後のSiO₂層61をエッティングする工程について説明する。

【0020】

まず、ゲートバルブ32を開放して、被処理体Wを処理容器2内に搬入し、静電チャック11上に配置する。次いで、ゲートバルブ32を閉じ、排気装置35によって処理容器2内を減圧した後、バルブ28を開放し、エッティングガス供給源30からCとFとを有する物質とHを含有する物質とを含むエッティングガスを供給し、処理容器2内の圧力を所定の値、例えば6.66Pa(50mTorr)とする。この状態で、上部電極21と下部電極であるサセプタ5に高周波電源を印加し、エッティングガスをプラズマ化して被処理体W中の反射防止層63をエッティングする(図2(a))。このエッティングの際に用いられるCとFとを含有する物質としては、ArFフォトレジスト層に与えるダメージが少ないCF₄が例示される。また、Hを有する物質としては、ハイドロカーボン、H₂、ハイドロフルオロカーボンを用いることができる。ハイドロカーボンとしてはCH₄等が例示される。ハイドロフルオロカーボンとしては、Fの原子数に対するHの原子数の比が3以上の物質が好適であり、そのような物質としてCH₃Fが例示される。CH₃Fを用いる場合には、エッティングガス中のCとFとを有する物質の流量に対するCH₃Fの流量の比を0.04~0.07とすることにより、CH₃Fを全く入れないときに比べて反射防止層のエッティング終了後のArFフォトレジスト層の残膜量をかなり増加させることができる。

【0021】

一方、上下電極に高周波電源を印加するタイミングの前後に、直流電源13を静電チャック11内の電極12に印加して、被処理体Wを静電チャック11上に静電吸着する。このようにして反射防止層63のエッティングが終了したらエッチ

ングガスおよび高周波電力の供給を停止する。

【0022】

次いで、処理容器2内に別のエッティングガス、例えばC₅F₈とO₂とArの混合ガスを供給し、処理容器2内の圧力を所定の値、例えば2.00Pa(15mTorr)に調整する。上部電極21と下部電極であるサセプタ5に高周波電源を印加し、このエッティングガスをプラズマ化して被処理体W中のSiO₂層61をエッティングする(図2(b))。エッティング中に、所定の発光強度を終点検出器(図示せず)によって検出し、これに基いてエッティングを終了する。

【0023】

ArFフォトレジストとしては、脂環族含有アクリル樹脂、シクロオレフィン樹脂、シクロオレフィン-無水マレイン酸樹脂を使用することができる。

【0024】

なお、エッティング対象部は、上記のようなSiO₂層に限るものではなく、TEOS、BPSG、PSG、SOG、熱酸化膜、HTO、FSG、有機系酸化シリコン膜、CORAL(ノベラス社)等の酸化膜(酸素化合物)や低誘電体有機絶縁膜等のエッティングに適用可能である。また、適用されるプラズマエッティング装置の構成も図1のものに限るものではない。

【0025】

【実施例】

被処理体は図2のようなSiO₂層61(膜厚は2μm)とこれを覆う反射防止層63(膜厚は60nm)とさらにこれを覆うArFフォトレジスト層65(膜厚は360nm)を有するものを用いた。

【0026】

実施例の反射防止層のエッティング条件は以下のとおりとした。すなわち、処理容器2内の圧力を6.66Pa(50mTorr)とし、エッティングガスをCF₄(流量は100mL/min(sccm))とCH₃F(流量は4または7mL/min(sccm))の混合ガスとし、上部電極には60MHzの周波数の高周波電源から1000Wの高周波電力を印加し、下部電極には2MHzの周波数の高周波電源から100Wの高周波電力を印加した。また、CH₃Fに代えて

、それぞれH₂（流量は5、10または15mL/min（sccm））、CH₂F₂（流量は5または10mL/min（sccm））およびCHF₃（流量は10、30、50または70mL/min（sccm））を用いたエッティングガスでも同様にエッティングを行った。

【0027】

比較例ではエッティングガスをCF₄のみ（流量は100mL/min（sccm））とし、その他のエッティング条件は実施例と同じとした。

【0028】

以上の実施例および比較例の条件で反射防止膜63のエッティングを行い、一定のエッティング時間経過後のArFフォトレジスト層の残膜の厚さを測定したところ以下の結果が得られた。

【0029】

実施例において、CH₃Fを用いた場合には、その流量が4mL/minでは375nm、7mL/minでは405nmであった。H₂を用いた場合には、その流量が5mL/minでは345nm、10mL/minと15mL/minでは360nmであった。CH₂F₂を用いた場合は、その流量が5mL/minでは345nm、10mL/minでは400nmであった。CHF₃を用いた場合は、その流量が10mL/minでは350nm、30mL/minでは360nm、50mL/minでは360nm、70mL/minでは390nmであった。これに対して、比較例では330nmであった。

【0030】

以上より、いずれの実施例においても比較例より残膜の厚さは増加していることが確認された。これはArFフォトレジスト層をエッティングするF活性種がHを有するガスから生成したH活性種と適度に反応してHF等のガスになり処理容器外へ排出されたためと考えられる。

【0031】

また、これらの実施例の中でも特にCH₃Fが優れていた。CH₃Fの流量が少量であるにもかかわらず残膜量が多かったのは、分子中のH原子の数がF原子の数に比べて多かったためと考えられる。ただし、H₂のような化学的に安定し

ている物質では、H活性種が生成してもF活性種と反応するよりも別のH活性種と反応して再結合する方が優勢であると推測され、残膜量は他の物質のときと比べて多くはなかった。

【0032】

したがって、物質自体がある程度不安定であってこの物質中にH原子が多く存在するもの、例えばハイドロカーボン (CH_4 、 C_2H_4 等) やハイドロフルオロカーボン (特に、Fの原子数に対するHの原子数の比が3以上のもの、例えば CH_3F) 等をエッティングガスに入れるとよいことが確認された。また、 CH_3F を使用する場合には、CとFとを有する物質である CF_4 の流量に対する CH_3F の流量の比が0.04～0.07という少量であっても残膜量を多くすることができます。

【0033】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、反射防止層を覆うArFフォトレジスト層の開口パターンを介して反射防止層をプラズマエッティングするときのエッティングガスをCとFとを有する物質とHを有する物質とを含むものにすることによって、歩留まりの低下やスループットの低下をもたらさずに、かつコストアップを招くことなく、ArFフォトレジスト層の耐エッティング性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施に用いられるプラズマエッティング装置の概略断面図。

【図2】

被処理体のエッティング対象部を模式的に示す断面図。

【符号の説明】

1 ; プラズマエッティング装置

5 ; サセプタ

21 ; 上部電極

30 ; エッティングガス供給源

40, 50; 高周波電源

61; SiO_2 膜

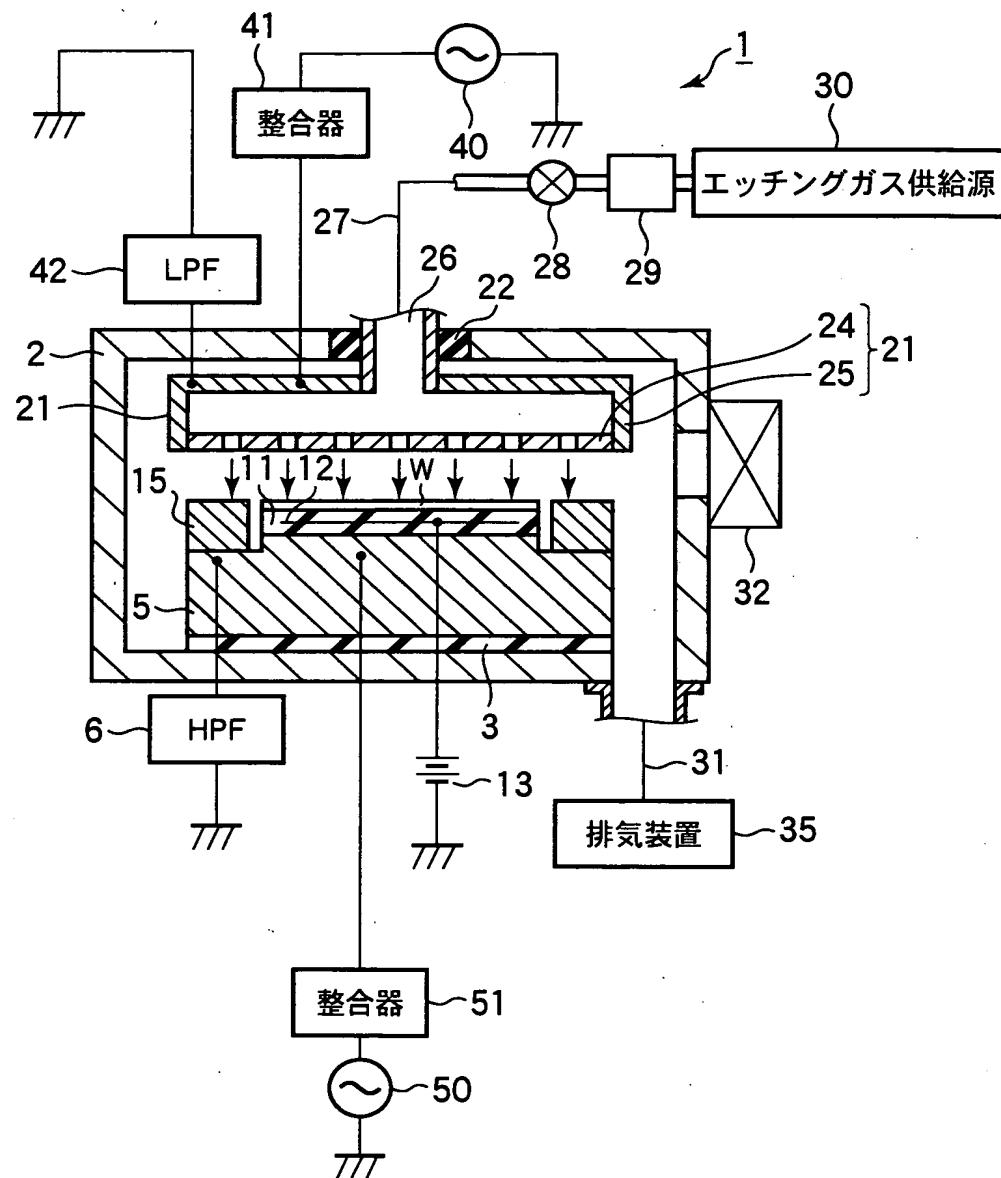
63; 反射防止膜

65; ArF フォトレジスト層

W; 被処理体

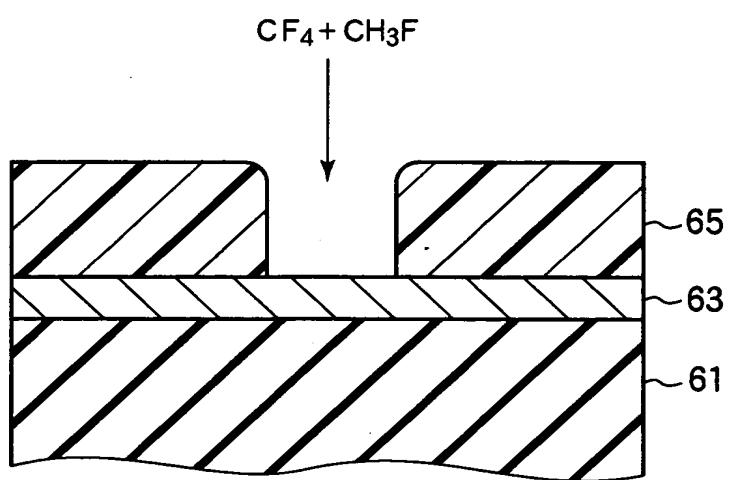
【書類名】 図面

【図1】

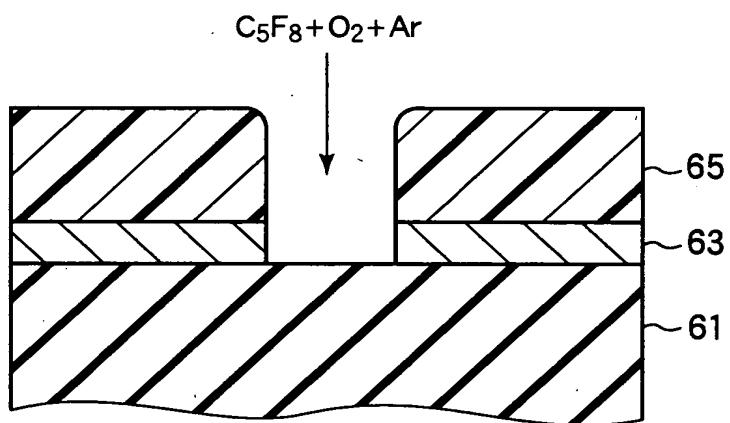


【図2】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 歩留まりの低下やスループットの低下をもたらさずに、かつコストアップを招くことなく、ArFフォトレジスト層の耐エッティング性を向上させることができるプラズマ処理方法を提供すること。

【解決手段】 SiO_2 層61と、これを覆う反射防止層63と、さらにこれを覆う開口パターンが形成されたArFフォトレジスト層65とを有する被処理体に対して、CとFとを有する物質（例えば CF_4 ）とHを有する物質（例えば CH_3F ）とを含むエッティングガスのプラズマで反射防止層63をエッティングする。次いで、例えば C_5F_8 と O_2 とArを含むエッティングガスのプラズマで SiO_2 層61をエッティングする。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2002-271588
受付番号 50201395793
書類名 特許願
担当官 第五担当上席 0094
作成日 平成14年 9月19日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 9月18日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号

氏 名 東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日 2003年 4月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号

氏 名 東京エレクトロン株式会社